

Ladislav Lučan: Zaměření skutečného stavu liniové stavby

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ -
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**
Hornicko-geologická fakulta
Institut geodézie a důlního měřictví

**ZAMĚŘENÍ SKUTEČNÉHO STAVU LINIOVÉ STAVBY
HAVÍŘOV – PODLESÍ**

The Measurement of the Actual Situation of Liner Construction in
Havířov – Podlesí Area

bakalářská práce

Autor:
Vedoucí bakalářské práce:

Ladislav Lučan
Ing. Eva Jiráňková, Ph.D.

Ostrava 2010

Ladislav Lučan: Zaměření skutečného stavu liniové stavby

Obsah

1. ÚVOD.....	7
2. CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ.....	8
3. NIVELACE.....	9
3.1 Geometrická nivelace ze středu.....	9
3.2 Přesná nivelace.....	11
3.3 Niveláčnické pomůcky a přístroje.....	11
3.3.1 Niveláčnické pomůcky.....	11
3.3.2 Niveláčnické přístroje.....	13
3.3.3 Osově podmínky niveláčnických přístrojů.....	16
3.4 Chyby niveláčnických prací.....	16
3.4.1 Hrubé chyby.....	16
3.4.2 Systematické chyby.....	17
3.4.3 Chyby náhodné [2].....	19
4. OVĚŘENÍ OTEVŘENÉHO NIVELÁČNÍHO POŘADU.....	19
4.1 Měřické dvojice nestejně přesnosti.....	19
5. VÝŠKOVÉ MĚŘENÍ.....	21
5.1 Přesnosti měření.....	24
5.2 Ověření výšky počátečního bodu.....	25
5.3 Měřické dvojice nestejně přesnosti – výpočet.....	30
5. NAMĚŘENÉ VÝSLEDKY NA LINIOVÉ POZOROVACÍ STANICI.....	33
6. ZÁVĚR.....	36
7. SEZNAM LITERATURY.....	37
8. SEZNAM TABULEK.....	38
9. SEZNAM OBRÁZKŮ.....	39
10. SEZNAM PŘÍLOH.....	40

Použité zkratky:

Bpv ... Baltský výškový systém po vyrovnání
km ... délková jednotka - kilometry
m ... délková jednotka - metry
mm ... délková jednotka - milimetry
ČSJNS ... Česká státní jednotná nivelační síť

Prohlášení

Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

Byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).

Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 20.4.2010

Ladislav Lučan

Poděkování:

Mnohokrát děkuji paní Ing. Evě Jiráňkové, Ph.D., za odborné rady a pomoc při vlastním měření i následném zpracování bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval i Ing. Dagmar Böhmové, Ph.D., která byla mojí původní vedoucí bakalářské práce.

ANOTACE

V této předložené bakalářské práci jsou zpracovány všechny požadované části plynoucí ze zadání. Je zde uveden popis použitých metod měření, pomůcek potřebných k měření, teoretické příklady chyb působících na měření a příklady přesností.

Jsou zde uvedeny všechny údaje z průběhu měření, příčné profily a jejich nákresy, obrázky, tabulky a také místopisy použitých bodů.

Cílem mojí práce bylo zjištění poklesu liniové stavby. Z tohoto důvodu byla provedena rekognoscace již stávající liniové pozorovací stanice. V jejím průběhu bylo zjištěno, že je několik bodů zničeno, takže se musely stabilizovat nové body. Velkým problémem byl nedostatek známých bodů výškové sítě po celé trase.

Klíčová slova: měření, liniová stavba, výšková síť, příčné profily.

ANNOTATION

In this submitted bachelor are elaborated all of required parts which results from submission. Here is introduced description of use methods measurement, tools which are useful for measurement, theoretical examples of errors during measurement and examples of accuracy.

Here are all data from measurement, cross profiles and its scheme, pictures, tables and also topography of use points.

The tendency of my work was detection of decline linear construction. From this reason was realized a reconnaissance of current linear observation station. During reconnaissance was discovered that some points were damaged so I must stabilized new points. Big problem was absence known points of height net during whole trace.

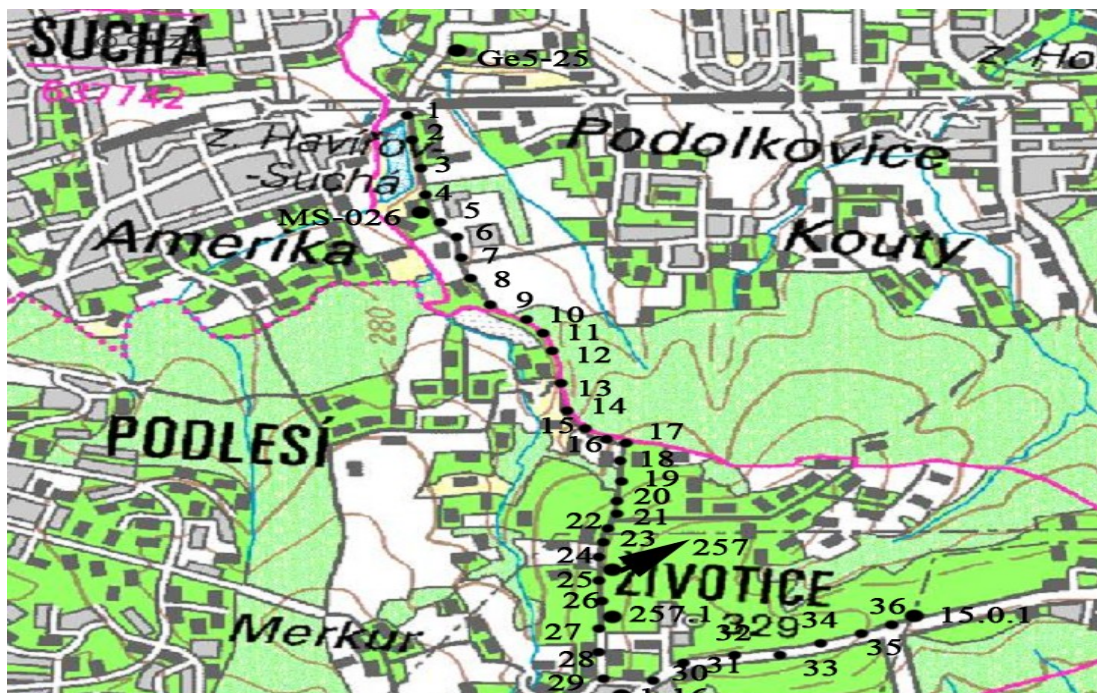
Keywords: measurement, linear construction, height net, cross profiles.

1. ÚVOD

Podstatou moji bakalářské práce byla rekognoskace již stávající liniové pozorovací stanice v oblasti Havířov - Podlesí a její případné vhodné doplnění novými body a její následné výškové zaměření. Nových bodů vzniklo více než se původně plánovalo, jelikož po velké části trasy byla provedena oprava vozovky a mnoho bodů tak bylo zničeno. Sledované body byly stabilizovány pomocí kovových hřebů a celé měření bylo provedeno přesnou nivelací ze středu. Rozestup sledovaných bodů liniové pozorovací stanice byl volen přibližně 100 m, ale byl vhodně upravován s ohledem na členitost terénu. Poloha bodů je přibližně znázorněna na obr. 1. Pouze přibližně je to z toho důvodu, že jednotlivé body nebyly polohově zaměřeny. Pro lepší znázornění výškových poměrů bylo v části úseku rovněž zaměřeno 10 příčných profilů.

Měření byla prováděna metodou přesné nivelace ze středu nivelačním pořadem tam i zpět a to celkem třikrát. Z důvodu použití získaných výsledků pro kontrolní potřeby měření pomocí radiové interferometrie byly přesně stanoveny termíny, ve kterých měření probíhala. První měření probíhalo 6.-7.8.2008, druhé měření 14.-15.11.2008 a poslední třetí měření 1.-2.4.2009. Z těchto uvedených údajů je zřejmé, že měření probíhala v různých ročních obdobích a tedy i v různých klimatických podmínkách, které mohly mírně ovlivnit výsledky měření.

Z naměřených hodnot, získaných výsledků a z jejich následného porovnání je možné vypořádat důlní vliv na danou lokalitu, což bylo podstatou této práce.



obr. 1 Přibližná poloha bodů pozorovací stanice

2. CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Zájmové území se nachází nedaleko Havířova, konkrétně v oblasti Havířov – Podlesí v Moravskoslezském kraji. V současné době již v této lokalitě ani v její bezprostřední blízkosti důlní těžba neprobíhá a tak se její vlivy projevují jen minimálně. Charakter daného povrchu je dán jeho morfologií. Rovněž je vhodné rozlišit, zda-li se jedná o intravilán či extravilán obce. Tato uvedená skutečnost má význam především pro umístění pevných bodů pozorovací stanice. [1] Důlní těžba ovlivňuje všechny zemské vrstvy a nejvíce i samotný zemský povrch. To má za následek jak příčné, tak i podélné posuny a poklesy. Důlní činnost ovlivňuje veškeré stavby, ať už se jedná o domy nebo o pozemní komunikace a současně působí i na elektrická vedení, kanalizace, potrubí, zkrátka souhrnně řečeno na inženýrské sítě.

3. NIVELACE

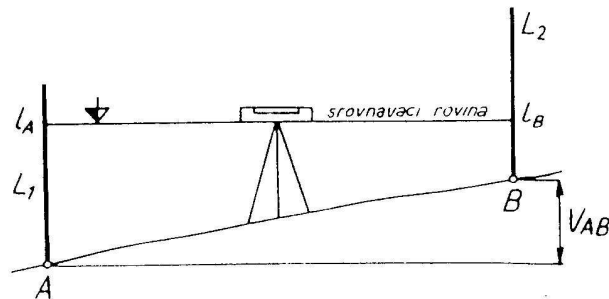
Podstatou této metody je určení výškového rozdílu dvou bodů, který se určí odečtením z vhodného měřítka, zpravidla nivelační latě, za pomoci nivelčního přístroje.

Dělíme ji dle několika kritérií:

- podle druhu záměry: - geometrická nivelace (vodorovná záměra)
 - trigonometrická nivelace (šikmá záměra)
- podle přesnosti: - technická nivelace (TN)
 - přesná nivelace (PN)
 - velmi přesná nivelace (VPN)
 - zvlášť přesná nivelace (ZPN)
- podle postupu: - tahová
 - plošná

3.1 Geometrická nivelace ze středu

Je nejpresnější, nejužívanější a nejjednodušší nivelační metodou. Princip metody spočívá v postavení nivelačního přístroje přibližně doprostřed spojnice blízkých bodů mezi nimiž převýšení určíme. Na body A a B se postaví nivelační latě a odečte se na nich čtení z^A a p^B . Postavení nivelačního přístroje a dvojice nivelačních latí se nazývá **nivelační sestava**. Výškový rozdíl vypočteme ze vztahu $\Delta H_{AB} = H_B - H_A = z^A - p^B$. Při větší vzdálenosti bodů, větším převýšení nebo při nějakých terénních překážkách se zvolí řada pomocných bodů a nivelační oddíl se rozdělí na n nivelačních sestav. [2]



obr. 2 Princip určení výškového rozdílu [3]

Takto ovšem určíme pouze převýšení. Jelikož potřebujeme určit výslednou výšku bodu B, musíme znát výšku bodu A. Pak vypadá následný výpočet výšky bodu B ze známé výšky bodu A takto:

$$V_B = V_A + V_{AB} = V_A + I_A^z - I_B^p$$

jeho následným rozepsáním dostaneme:

$$V_{AB} = (I_A^z - I_1^p) + (I_1^z - I_2^p) + \dots + (I_n^z - I_B^p)$$

sečteme-li hodnoty, dostaneme:

$$V_{AB} = [I^z]_A^n - [I^p]_1^B$$

pro výšku námi určovaného bodu potom platí:

$$V_B = V_A + \Delta V_{AB}$$

vysvětlivky k uvedeným vzorcům:

v_B ... nadmořská výška bodu B

v_A ... nadmořská výška bodu A

Δv_{AB} ... rozdíl nadmořských výšek A,B (převýšení)

l_A^z ... čtení na lati na bodě A

l_B^p ... čtení na lati na bodě B

3.2 Přesná nivelace

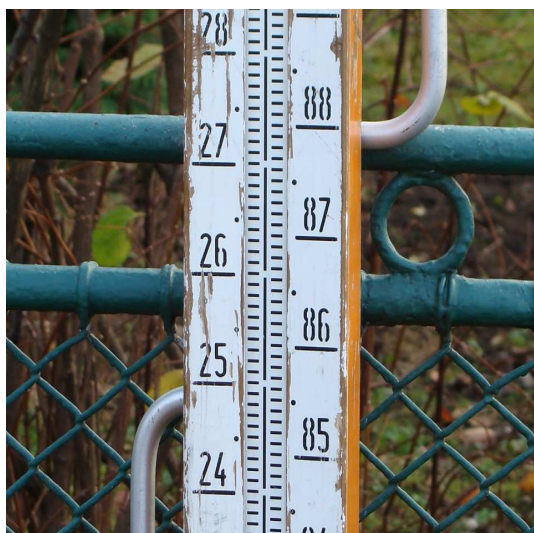
Používá se při určování nadmořských výšek ve výškovém bodovém poli, zejména v nivelačních pořadech III. - IV. řádu, ale i při pracích vyšší přesnosti v oblasti inženýrské geodézie. Technologii měření stanovuje „Nivelační instrukce pro práce v ČSJNS.“ Obsahuje např., že zvětšení dalekohledu by mělo být alespoň 24 násobné, citlivost nivelační libely alespoň 20,6'' a nebo kompenzátor odpovídající přesnosti. Stativy se používají pevné, nivelační podložky litinové nebo nivelační hřeby. Každý pořad PN se niveluje vždy dvakrát – TAM a ZPĚT. Měření by se měla provádět nezávisle na sobě, nejlépe v jiný den, ale postačí i jiná denní doba. Záměry se rozměřují pásmem s přesností na 0,1m. Pokud se na měření použije dvou latí, tak na konci měření musí být sudý počet sestav. V nivelačních tazích IV. řádu a v PNS je největší přípustná délka záměry 50m. Při této největší délce záměry může záměra procházet minimálně 0,5m nad povrchem Země. Pro hodnotu mezní odchylky při odečítání na první a druhé stupnici platí, že od laťové konstanty se smí lišit o hodnotu $\pm 0,2\text{mm}$. [2]

3.3 Nivelační pomůcky a přístroje

3.3.1 Nivelační pomůcky

Mezi základní nivelační pomůcky, které jsme využili pro naše vlastní měření, patří zejména nivelační lať, držáky latí se vzpěrami, stativ a laťové podložky, tzv. „žabky“.

Nivelační latě slouží jako svislá měřidla pro odečítání hodnoty vymezené v zorném poli dalekohledu vodorovnou ryskou nitkového kříže. [3] Latě pro naše měření byly pevné, 3m dlouhé, se dvěma vzájemně posunutými stupnicemi a s dělením naneseným na invarovém páse.



obr. 3 - Nivelační latě

Laťové podložky slouží k uchování přesné polohy nivelační latě na měřeném bodě až do doby než odečteme čtení zpět při novém postavení přístroje. Podložka sloužící pro uchování polohy na přestavovém bodě (obr. 4). Speciální podložka pokládá na kovový hřeb (obr. 5).



obr. 4 - Laťová podložka (žabka)



obr.5 - Speciální podložka

Stabilizace bodů liniové pozorovací stanice byla provedena již dříve – předchozími měřiči. Avšak při rekognoskaci terénu bylo zjištěno zničení velkého množství bodů, a proto musela být pozorovací stanice doplněna novými body. Tyto nové body byly stabilizovány stejným způsobem jako body původní – pomocí kovových hřebů (obr. 6).



obr. 6 stabilizace bodu

3.3.2 Nivelační přístroje

U všech nivelačních přístrojů je stejný princip – vytyčení vodorovné roviny. Nivelační přístroje můžeme rozdělit do několika skupin. Toto dělení se nazývá klasifikace nivelačních přístrojů. [2]

- a) podle realizace vodorovné záměry: - libelové
 - kompenzátorové
- b) podle zdroje světla: - optické
 - laserové
- c) podle způsobu odečítání: - vizuální
 - automatické

- d) podle přesnosti:
- velmi přesné ($\sigma_0 \leq 0,3\text{mm}$)
 - přesné ($0,3\text{mm} < \sigma_0 \leq 1,5\text{mm}$)
 - technické ($1,5\text{mm} < \sigma_0 \leq 5\text{mm}$)
 - s nižší přesností ($5\text{mm} < \sigma_0$)

σ_0 ... střední jednotková kilometrová chyba

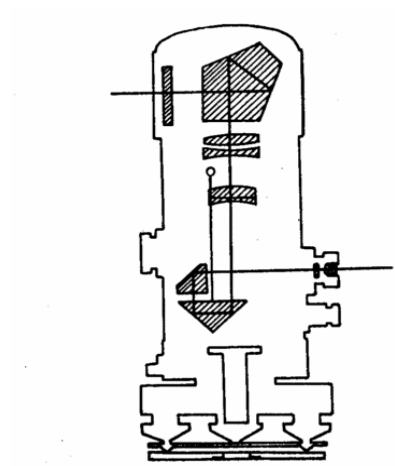
Pro naše měření jsme použili kompenzátorový přístroj Koni 007. Tento přístroj od firmy Zeiss Jena má periskopický dalekohled, díky němuž dosáhneme zvýšení záměry nad terénem. Vodorovný záměrný paprsek prochází do přístroje přes ochranné sklo na pentagonální hranol, který láme paprsek o 90° a paprsek pak dále prochází přes objektiv, zaostřovací čočkou na pravoúhlý reflexní hranol kyvadlového kompenzátoru a dvojnásobným odrazem je usměrněn přes hranol, který je pevně spojen s přístrojem, do středu nitkového kříže. Zvětšení dalekohledu je 31,5 násobné. Přístroj je vybaven mikrometrem pro přesné odečítání. Pro přesnou nivelaci je to nejpoužívanější přístroj. Jeho výhodou je úspora času až o 50 % oproti libelovým přístrojům, avšak tuto výhodu mírně kazí nejistota funkční spolehlivosti kompenzátorů a tlumícího zařízení.[3]

Zvětšení	31,5x
Nejmenší vzdálenost zaostření (m)	2,2
Citlivost kompenzátoru (cc)	0,45
Střední kilometrová chyba (mm)	0,5
Hmotnost přístroje (kg)	3,9

Tab. 1 – parametry přístroje Koni 007

Ladislav Lučan: Zaměření skutečného stavu liniové stavby

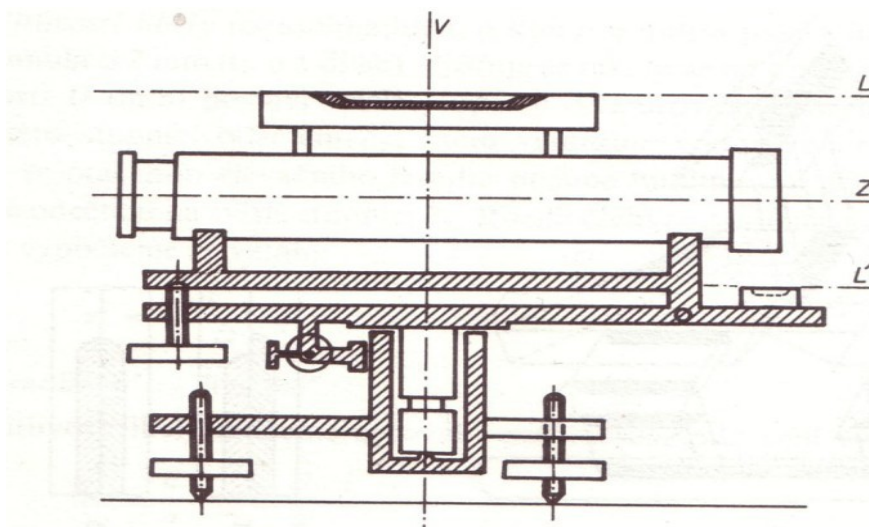
obr. 7 – Schéma kompenzátoru Koni 007 [2]



obr. 8 - Koni 007

3.3.3 Osové podmínky nivelačních přístrojů

U nivelačních přístrojů musí být splněny základní podmínky vyplývající ze vzájemné polohy osy nivelační libely L , záměrné přímky Z , svislé osy V a osy pomocné libely L' . V průběhu používání přístroje a především po jeho náročnější přepravě je nutné ověřit splnění všech osových podmínek a pokud je to nutné, tak přístroj zrektifikovat.



obr. 9 - Osy nivelačního přístroje [3]

Základní osové podmínky:

$$H \perp V$$

$$L \parallel Z,$$

$$L' \perp V$$

3.4 Chyby nivelačních prací

Veškeré nivelační práce a měření jsou provázeny možným výskytem hrubých chyb téměř ve všech případech chybami nevyhnutelnými. Tyto nevyhnutelné chyby mají buď systematický nebo nahodilý charakter. [2]

3.4.1 Hrubé chyby

Vyskytují se ve větší míře u méně zkušených měřičů, ale takovéto chyby se může dopustit i zkušený měřič. Vznikají především z nepozornosti nebo únavou měřiče. Mezi nejčastější příčiny vzniku těchto chyb patří záměna směru číslování laťové stupnice,

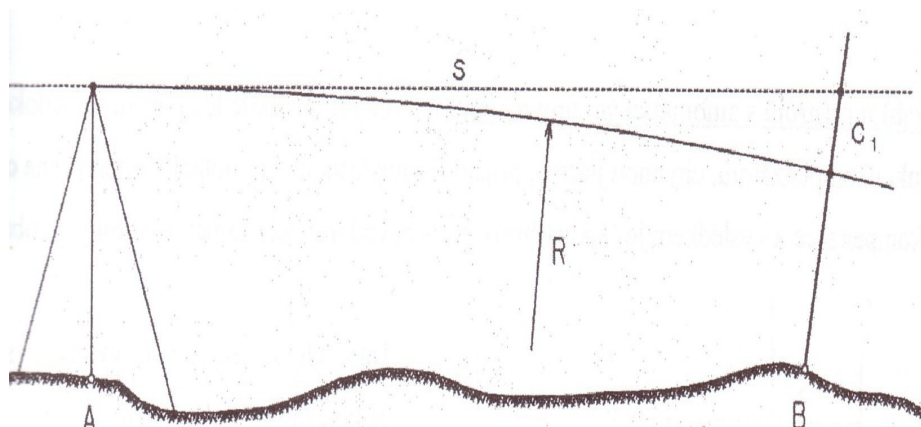
opomenutí urovnání nivelační libely, posun podložky a jiné. [2]

3.4.2 Systematické chyby

Tyto chyby jsou nebezpečnější než chyby náhodné, protože mají stále stejné znaménko (buď + nebo -). Z toho vyplývá, že se jejich vliv neruší, ale naopak kumuluje. Původem vzniku těchto chyb mohou být konstrukční vlastnosti přístrojů nebo také vliv prostředí. [3]

1) Chyba ze zakřivení horizontu

Po urovnání nivelační libely by měla být záměrná přímka Z totožná se skutečným horizontem přístroje a ne se zdánlivým horizontem. Velikost této chyby je nepatrná, projeví se pouze u nivelace kupředu a částečně při záměrech různé délky. Při měření metodou geometrické nivelace ze středu se vliv této chyby beze zbytku vyloučí.[2]



obr. 10 - Zakřivení horizontu [2]

2) Chyba ze sklonu záměrné přímky

a) u libelových přístrojů je způsobena nepřesnou rektifikací přístroje (nesplnění podmínky $L // Z$). Tato chyba se opakuje při každé záměře se stejným znaménkem. Z toho tedy plyne, že během měření může nabýt nepřipustné velikosti. Stejně jako předchozí chyba, tak i tato se uplatní pouze při nivelaci kupředu a při nestejně dlouhých záměrech.

Její vliv se tedy snadno vyloučí geometrickou nivelací ze středu při stejně dlouhých záměrách vzad i vpřed.[2]

b) u přístrojů s automatickým urovnáním záměrné přímky, kde je způsobena nedokonalou funkcí kompenzátoru, případně i nepřesnou horizontací. Tuto chybu nelze vyloučit stejnou délkou záměr, ale vhodným měřickým postupem můžeme její vliv minimalizovat.[2]

3) Chyba ze svislé složky refrakce

Působení refrakce je v přímé závislosti především na změně teploty s výškou nad terénem. Pokud je terén přibližně vodorovný nebo je teplota stejná, tak se tato chyba vyloučí metodou geometrické nivelace ze středu. Největší refrakce vzniká nízko nad terénem a to při východu nebo západu slunce, proto se tedy stanovují minimální výšky měření nad terénem a vhodné doby pro měření. Nejvýhodnější je měření při bezvětří, současně pak i při zatažené obloze.[2]

Takovéto vhodné podmínky platily při našem měření pouze v jednom případě a to sice při posledním měření 1.-2.4.2009, při prvním měření, které probíhalo v letním období panovaly slunečné podmínky a při druhém měření, které probíhalo na podzim, vál místy poměrně silný vítr. Avšak měření bylo prováděno velice pečlivě, tudíž by vliv této chyby měl být minimální.

4) Chyba z nesprávné hodnoty délky laťového metru

Stupnice nivelační lať by měla být přesným měřidlem. Ovšem její délka se nepatrně mění, ať už vlivem teploty, vlhkosti nebo změnou napínací síly. Tato chyba se uplatňuje především u přesných měření a zejména při velkých převýšeních. Tato chyba může vzniknout také neztotožněním počátku stupnice s vodorovnou rovinou, která prochází patkou latě. - indexová chyba latě. Při postupu s jednou latí se chyba neprojeví, při postupu se dvěma latěmi se vliv vyloučí zaměřením sudého počtu sestav. [2]

5) Chyba z nesvislé polohy latě

Nivelační lať by měla být v okamžiku odečtení ve svislé poloze. K zajištění svislé

polohy slouží libela umístěná na lati a pomocné opěrky latě. Tato chyba se projevuje tím, že vždy odečteme větší čtení. Proto při nestabilním postavení latě (pokud se lat' hýbe) odečítáme vždy nejmenší hodnotu a tím případný vliv této chyby minimalizujeme.

3.4.3 Chyby náhodné [2]

Tyto chyby působí na měření v kladném i záporném směru. Znaménka působení se střídají, a proto je vliv náhodných chyb na měření zpravidla menší než vliv chyb systematických.

1) Chyba z nepřesného urovnání nivelační libely

2) Chyba ze změny výšky přístroje a latě

Tuto chybu způsobuje propadání nivelační latě na podložce a stativu se strojem do podloží nebo naopak jejich vytlačování.

3) Chyba ze čtení laťové stupnice

4) Chyba z nestejnoměrného dělení laťové stupnice a nerovinnosti

5) Chyba z přestření dalekohledu (paralaxa nitkového kříže a vibrace)

4. OVĚŘENÍ OTEVŘENÉHO NIVELAČNÍHO POŘADU

Toto ověření provádíme vyrovnaním pomocí souboru měřických dvojic nestejné přesnosti.

4.1 Měřické dvojice nestejné přesnosti

Tyto dvojice dostaneme při nivelaci pokud měříme převýšení v nestejně dlouhých úsecích. V každé z dvojic mají obě měření stejnou přesnost a tím pádem i stejnou váhu. Proto v každé dvojici počítáme prostý aritmetický průměr obou měření. Vyrovnaní provádíme pomocí metody nejmenších čtverců. [4]

Postup vyrovnání [4]:

Kontrolně ze vztahu vypočteme vyrovnanou hodnotu Δh :

$$\Delta h = \left[\frac{l' + l''}{2} \right] \text{ a kontrolně } \Delta h = \frac{[l'] + [l'']}{2}$$

Dalším krokem je zavedení váhy p :

$$p = \frac{1}{s}, \text{ s v tomto vzorci značí délku oddílu [km].}$$

Následuje vypočtení rozdílů jednotlivých dvojic $[d]$:

$$d = l' - l''$$

$$[d] = [l' - l''] \text{ následně kontrolně } [d] = [l'] + [l'']$$

Pokračujeme výpočtem $[dd]$:

$$[dd] = [(d+l)^2] - 2[d] - n$$

Dále vypočteme:

$$d+l; (d+l)^2; pdd; \left[\frac{dd}{s} \right]$$

Následně vypočteme střední empirickou kilometrovou chybu:

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{1}{2n} \left[\frac{dd}{s} \right]}$$

Poté vypočteme střední empirickou kilometrovou chybu aritmetického průměru:

$$m_{0x} = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\frac{dd}{s} \right]}$$

Následuje výpočet střední kilometrové chyby vyrovnaného výškového rozdílu mezi počátečním a koncovým bodem:

$$m_{\Delta h} = m_{0x} \cdot \sqrt{s}$$

Posledním krokem je výsledek - vyrovnaná hodnota výškového rozdílu a střední chyba vyrovnané hodnoty:

$$\Delta h \pm m_{\Delta h}$$

5. VÝŠKOVÉ MĚŘENÍ

Před naším vlastním měřením bylo nutné nejdříve provést kontrolu již stávajících bodů dříve vybudované liniové pozorovací stanice a následné seznámení se zaměřovaným terénem – tzv. rekognoskace terénu. Tuto kontrolu jsme začali na výchozím bodě Ge5.25. U něho bylo zjišťováno, zda-li nebyl nějakým způsobem poškozen. Po zjištění stavu počátečního bodu bylo nutné rovněž ověřit stav dříve vybudované liniové pozorovací stanice. Tato pozorovací stanice byla vybudována především na krajích asfaltové silnice, která ovšem prošla z větší části rekonstrukcí, což způsobilo zničení mnoha jejích bodů. Z tohoto důvodu musela být stanice vhodným způsobem doplněna. Vzdálenosti mezi jejími body činili nejčastěji 100 m, avšak v méně přehledných úsecích byla vzdálenost mezi jednotlivými body kratší a v přehledných úsecích naopak delší. Z výše uvedených skutečností tedy plyne, že naším hlavním úkolem byla kontrola stavu stanice a její vhodné doplnění o nové body, které jsme stabilizovali pomocí kovových měřických hřebů na místa s nejmenší pravděpodobností zničení a následně jsme je pro lepší viditelnost označili pomocí zvýrazňovací spreje (viz. obr. 6). Tato kontrola musela být provedena před každým měřením.

Současně byla prováděna i kontrola nivelačních bodů nacházejících se v blízkosti námi zaměřované pozorovací stanice. Již před měřením bylo zjištěno, že se podél trasy nacházejí pouze dva nivelační body, které by mohly být použity pro kontrolu. Což je na naší trasu, která měří přibližně 3,59 km, hodně málo. Ale při skutečnosti, že trasa procházela převážně extravilánem a také chatkovou osadou, se to bohužel dalo očekávat. Dalším problémem, který se vyskytl bylo, že první kontrolní nivelační bod MS-026 (viz. obr.1) nebyl nalezen a na druhý kontrolní bod Ge 1-16 (viz. obr.1) nebyl umožněn přístup,

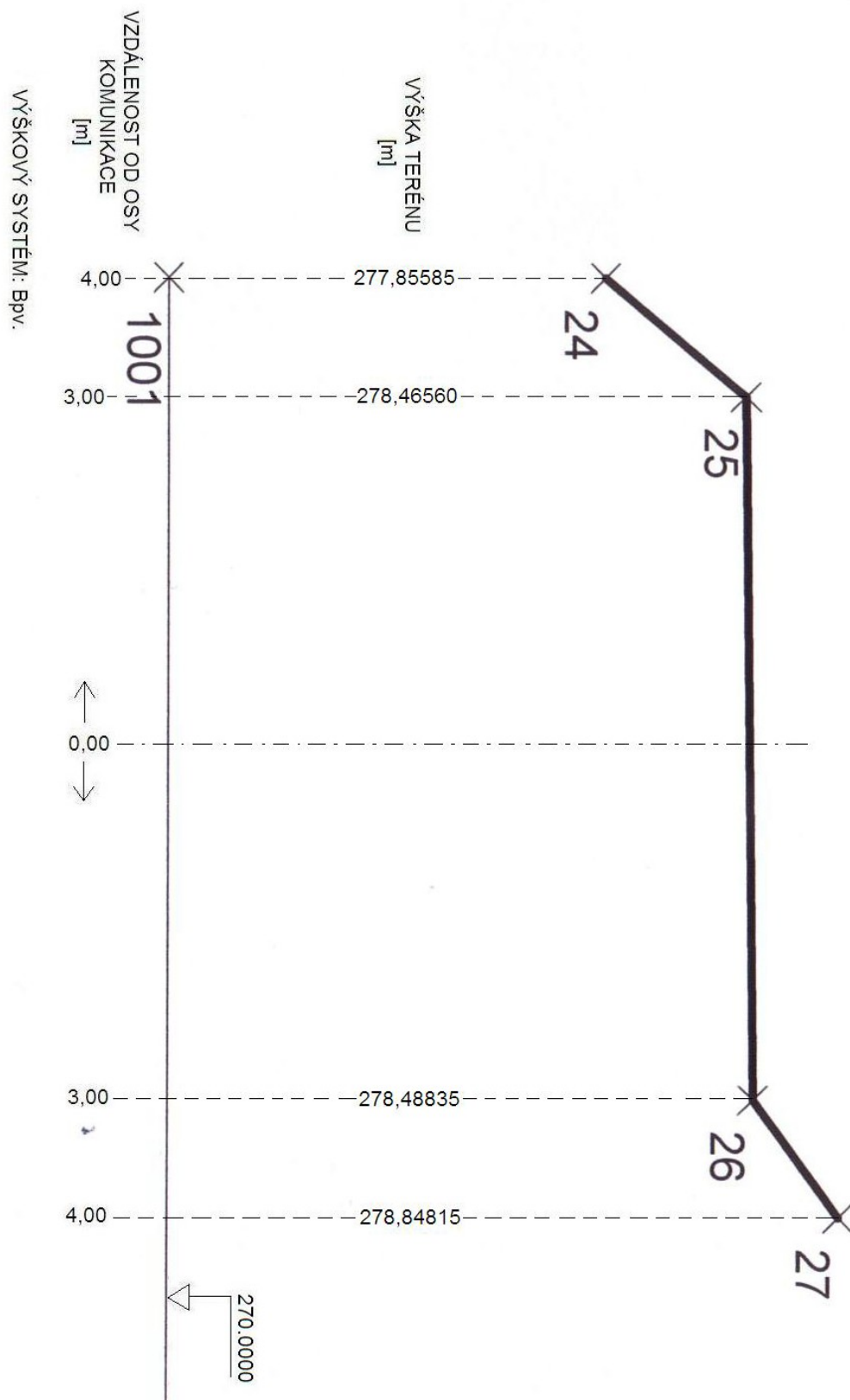
protože dům, na kterém se bod nachází, byl nově zateplen a nebylo na něj tedy možno žádným způsobem umístit měřickou lať. Tato velice nepříjemná situace se tedy řešila zapojením alespoň dvou TB se známou výškou, které se nacházely podle trasy. Těmito body byly TB 257 a jeho kontrolní bod 257.1 (viz. obr.1).

Po rekognoskaci následovala příprava na měření, ve které jsme si museli zajistit v areálu VŠB-TUO potřebné pomůcky a přístroje a také vytisknout potřebné zápisníky a z www.cuzk.cz vytisknout informace o známých bodech – místopisy (viz. příloha č.6).

Vlastní měření muselo probíhat ve třech periodách v přesně stanovených datech, z důvodu použití výsledků ke srovnání s měřením pomocí radarové interferometrie. Pro její měření totiž byl důležitý přelet družic pro toto měření. Vlastní měření bylo tedy prováděno 6.-7.8.2008, 14.-15.11.2008 a 1.-2.4.2009. Do měření byly zahrnuty nivelační body Ge5.25 a Ge15.0.1 a rovněž i TB 257 a 257.1. Body liniové pozorovací stanice jsou číslovány arabskými číslicemi a před nově stabilizovanými body je uvedeno písmeno „N“.

S ohledem na to, že měření bylo prováděno přesnou nivelací, byla zvolena jako vhodná měřická metoda geometrická nivelace ze středu. Pro přesnou nivelaci je vhodný stroj Koni 007 (viz. obr. 8), který jsme pro naše měření také použili. Postup měření je standartní. Nejprve se pevný stativ urovnal do vodorovné polohy pomocí krabicové libely, po urovnání stroje se mohlo přistoupit k měření. Pomocník se s latí postavil na výchozí nivelační bod pořadu (Ge5-25) a na lati se pomocí stroje odečetlo čtení „vzad“ nejprve na levé části invarové stupnice a vzápětí po přecílení na pravé straně stupnice. Rozdíl mezi těmito odečtenými hodnotami se nesměl lišit od konstanty 60650 o více než $\pm 0,2$ mm. Poté se měřila záměra „vpřed“ stejným způsobem. Po jejím zaměření se stroj přenesl a celý postup se opakoval. Všechny naměřené hodnoty se zapisovaly do zápisníků aby mohly být následně početně zpracovány. Pro lepší představu o terénu bylo navíc vykresleno 10 příčných profilů (viz. Příloha č.8) pomocí programu Kokeš.

Příloha č. 8 - příčný profil č. 6
Měřítko pro délky 1:100
Měřítko pro výšky 1:50



5.1 Přesnosti měření

Námi prováděné měření patří do skupiny nivelačních sítí IV. řádu. Z tohoto důvodu musí splňovat podmínky mezních odchylek v níže uvedených tabulkách.

Tab. 2 – mezní odchylky mezi daným a nově naměřeným převýšením oddílu [5]

Nivelační síť	Oddíl [mm]
I. řád	$2,0+1,50\cdot\sqrt{R}$
II. řád	$2,0+2,25\cdot\sqrt{R}$
III. řád	$2,0+3,00\cdot\sqrt{R}$
IV. řád	$2,0+5,00\cdot\sqrt{R}$

Tab. 3 – mezní odchylky mezi nivelovaným převýšením „tam“ a „zpět“ pro oddíl [5]

Nivelační síť	Oddíl [mm]
I. řád	$1,50\cdot\sqrt{R}$
II. řád	$2,25\cdot\sqrt{R}$
III. řád	$3,00\cdot\sqrt{R}$
IV. řád	$5,00\cdot\sqrt{R}$

Tab. 4 – mezní odchylky mezi daným a nově naměřeným převýšením pro úsek [5]

Nivelační síť	Oddíl [mm]
I. řád	$2,0+1,50\cdot^3\sqrt{L^2}$
II. řád	$2,0+2,25\cdot^3\sqrt{L^2}$
III. řád	$2,0+3,00\cdot^3\sqrt{L^2}$
IV. řád	$2,0+5,00\cdot^3\sqrt{L^2}$

Tab. 5 – mezní odchylky mezi nivelovaným převýšením „tam“ a „zpět“ pro úsek [5]

Nivelační síť	Oddíl [mm]
I. řád	$1,50 \cdot \sqrt[3]{L^2}$
II. řád	$2,25 \cdot \sqrt[3]{L^2}$
III. řád	$3,00 \cdot \sqrt[3]{L^2}$
IV. řád	$5,00 \cdot \sqrt[3]{L^2}$

Použité znaky L a R v těchto tabulkách znamenají:

L ... délka nivelačních sestav v km

R ... délka oddílu v km

5.2 Ověření výšky počátečního bodu

Počátečním bodem naší liniové pozorovací stanice byl zvolen bod Ge5-25 a pro ověření jeho neměnnosti výšky byl zvolen bod Ge5-24.

1. měření

Hodnota mezní odchylky mezi nivelovaným převýšením „tam“ a „zpět“ byla stanovena ze vzorce (viz. Tab. 3)

$$\Delta d_{\max} = \pm 5,00 \cdot \sqrt[3]{R} = \pm 3,54 \text{ mm} \dots R = 0,50 \text{ km}$$

Jednotlivá naměřená převýšení (viz. příloha 4) se od sebe odečtou a zjistíme, zda-li je splněna dovolená mezní odchylka:

$$d = h - h' = 6,8912 - 6,88995 = \pm 1,25 \text{ mm}$$

h ... měření „tam“

h' ... měření „zpět“

Maximální povolená mezní odchylka Δd_{\max} byla dodržena.

1. měření

Ze známých výšek se stanoví převýšení h :

$$h = 271,962 - 278,855 = - 6,8930 \text{ m}$$

Mezní odchylka mezi známým a nově naměřeným převýšením pro oddíl se vypočte ze vzorce (viz. Tab. 2):

$$\Delta d_{\max} = \pm 2,0 + 5,00 \cdot \sqrt{R} = \pm 5,54 \text{ mm} \dots R = 0,50 \text{ km}$$

Průměrná hodnota h' se vypočte z naměřených hodnot ($h' = 6,8906$) a z rozdílu h a h' se zjistí hodnota odchylky d :

$$d = h - h' = \pm 2,4 \text{ mm}$$

Maximální povolená mezní odchylka Δd_{\max} byla dodržena.

1. měření

Mezní odchylka mezi nově nivelovaným převýšením „tam“ a „zpět“ pro úsek se vypočte ze vzorce (viz. Tab. 5):

$$\Delta d_{\max} = \pm 5,00 \cdot \sqrt[3]{L^2} = \pm 11,72 \text{ mm} \dots L = 3,59 \text{ km}$$

Naměřená převýšení se od sebe odečtou (viz. Tab. 6) a tím zjistíme, zda-li jsme splnili dovolenou mezní odchylku:

$$d = h - h' = \pm 4,8 \text{ mm}$$

Maximální povolená mezní odchylka Δd_{\max} byla dodržena.

2.měření

Hodnota mezní odchylky mezi nivelovaným převýšením „tam“ a „zpět“ byla stanovena ze vzorce (viz. Tab. 3)

$$\Delta d_{\max} = \pm 5,00 \cdot \sqrt{R} = \pm 3,54 \text{ mm} \dots R = 0,50 \text{ km}$$

Jednotlivá naměřená převýšení (viz. příloha 4) se od sebe odečtou a zjistíme, zda-li je splněna dovolená mezní odchylka:

$$d = h - h' = 6,8904 - 6,8914 = \pm 1,00 \text{ mm}$$

h ... měření „tam“

h' ... měření „zpět“

Maximální povolená mezní odchylka Δd_{\max} byla dodržena.

2. měření

Ze známých výšek se stanoví převýšení h:

$$h = 271,962 - 278,855 = - 6,8930 \text{ m}$$

Mezní odchylka mezi známým a nově naměřeným převýšením pro oddíl se vypočte ze vzorce (viz. Tab. 2):

$$\Delta d_{\max} = \pm 2,0 + 5,00 \cdot \sqrt{R} = \pm 5,54 \text{ mm} \dots R = 0,50 \text{ km}$$

Průměrná hodnota h' se vypočte z naměřených hodnot (h' = 6,8909) a z rozdílu h a h' se zjistí hodnota odchylky d:

$$d = h - h' = \pm 2,1 \text{ mm}$$

Maximální povolená mezní odchylka Δd_{\max} byla dodržena.

2. měření

Mezní odchylka mezi nově nivelovaným převýšením „tam“ a „zpět“ pro úsek se vypočte ze vzorce (viz. Tab. 5):

$$\Delta d_{\max} = \pm 5,00 \cdot \sqrt[3]{L^2} = \pm 11,72 \text{ mm} \dots L = 3,59 \text{ km}$$

Naměřená převýšení se od sebe odečtou (viz. Tab. 7) a tím zjistíme, zda-li jsme splnili dovolenou mezní odchylku:

$$d = h - h' = \pm 10,90 \text{ mm}$$

Maximální povolená mezní odchylka Δd_{\max} byla dodržena.

3. měření

Hodnota mezní odchylky mezi nivelovaným převýšením „tam“ a „zpět“ byla stanovena ze vzorce (viz. Tab. 3)

$$\Delta d_{\max} = \pm 5,00 \cdot \sqrt{R} = \pm 3,54 \text{ mm} \dots R = 0,50 \text{ km}$$

Jednotlivá naměřená převýšení (viz. příloha 4) se od sebe odečtou a zjistíme, zda-li je splněna dovolená mezní odchylka:

$$d = h - h' = 6,89125 - 6,89155 = \pm 0,30 \text{ mm}$$

h ... měření „tam“

h' ... měření „zpět“

Maximální povolená mezní odchylka Δd_{\max} byla dodržena.

3. měření

Ze známých výšek se stanoví převýšení h :

$$h = 271,962 - 278,855 = - 6,8930 \text{ m}$$

Mezní odchylka mezi známým a nově naměřeným převýšením pro oddíl se vypočte ze vzorce (viz. Tab. 2):

$$\Delta d_{\max} = \pm 2,0 + 5,00 \cdot \sqrt{R} = \pm 5,54 \text{ mm} \dots R = 0,50 \text{ km}$$

Průměrná hodnota h' se vypočte z naměřených hodnot ($h' = 6,8914$) a z rozdílu h a h' se zjistí hodnota odchylky d :

$$d = h - h' = \pm 1,6 \text{ mm}$$

Maximální povolená mezní odchylka Δd_{\max} byla dodržena.

3. měření

Mezní odchylka mezi nově nivelovaným převýšením „tam“ a „zpět“ pro úsek se vypočte ze vzorce (viz. Tab. 5):

$$\Delta d_{\max} = \pm 5,00 \cdot \sqrt[3]{L^2} = \pm 11,72 \text{ mm} \dots L = 3,59 \text{ km}$$

Naměřená převýšení se od sebe odečtou (viz. Tab. 8) a tím zjistíme, zda-li jsme splnili dovolenou mezní odchylku:

$$d = h - h' = \pm 6,90 \text{ mm}$$

Maximální povolená mezní odchylka Δd_{\max} byla dodržena.

5.3 Měřické dvojice nestejně přesnosti – výpočet

Tato kontrolní výpočetní část se musela provést po každém vlastním měření. Daný nivelační pořad bylo nutné rozdělit na dílčí oddíly mezi body se známými výškami. Z tohoto důvodu nám vznikly pouze tři nestejně dlouhé oddíly, jelikož po celé trase byl nedostatek známých bodů, které by se daly použít pro měření.

n	l'(m)	l''(m)	s (km)	x(m)	p	d (mm)	dd (mm)	d+1 (mm)	(d+1) ² (mm)	pdd (mm)	dd/s (mm)
1	-43,50190	43,50370	2,301	43,50280	0,44	-1,8	3,24	-0,8	0,64	1,43	1,41
2	-0,99440	0,99290	0,204	0,99365	4,90	1,5	2,25	2,5	6,25	11,03	11,03
3	-0,50185	0,49675	1,085	0,49930	0,92	5,1	26,01	6,1	37,21	23,93	23,97
Σ	-44,99815	44,99335	3,590	44,99575		4,8	31,50		44,10	36,39	36,41

Tab. 6.: měřické dvojice – 1. měření

l' ... měření „tam“

l'' ... měření „zpět“

s ... délka oddílu

x ... průměr měření

p ... váha měření

d ... rozdíl měření

Následné výpočty:

$$\Delta h = \left[\frac{l' + l''}{2} \right] = 44,9958 \text{ m}$$

$$[d] = [l'] + [l''] = 4,8 \text{ mm}$$

$$[dd] = [(d + 1)^2] - 2[d] - n = 31,5 - 9,6 - 3 = 18,9 \text{ mm}$$

Empirická střední kilometrová chyba:

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{1}{2n} \left[\frac{dd}{s} \right]} = \pm 2,46 \text{ mm}$$

Empirická střední kilometrová chyba aritmetického průměru:

$$m_{0x} = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\frac{dd}{s} \right]} = \pm 1,74 \text{ mm}$$

Empirická střední kilometrová chyba vyrovnaného výškového rozdílu mezi koncovými body pořadu:

$$m_{\Delta h} = m_{0x} \cdot \sqrt{s} = 1,74 \cdot \sqrt{3,59} = \pm 3,3 \text{ mm}$$

Výsledný zápis vyrovnané hodnoty:

$$\Delta h \pm m_{\Delta h} \Rightarrow 44,9958 \text{ m} \pm 3,3 \text{ mm}$$

n	l'(m)	l''(m)	s (km)	x(m)	p	d (mm)	dd (mm)	d+1 (mm)	(d+1) ² (mm)	pdd (mm)	dd/s (mm)
1	-43,50245	43,49335	2,301	43,49290	0,44	9,1	82,81	10,1	102,01	36,44	35,99
2	-0,99445	0,99230	0,204	0,99338	4,90	2,2	4,84	3,2	10,24	23,72	23,73
3	-0,50200	0,50235	1,085	0,50218	0,92	-0,4	0,16	0,6	0,36	0,15	0,15
Σ	-44,99890	44,98800	3,590	44,98845		10,9	87,81		112,61	60,31	59,87

Tab. 7.: měřické dvojice – 2. měření

Následné výpočty:

$$\Delta h = \left[\frac{l' + l''}{2} \right] = 44,9885 \text{ m}$$

$$[d] = [l'] + [l''] = 10,9 \text{ mm}$$

$$[dd] = [(d + 1)^2] - 2[d] - n = 112,61 - 21,8 - 3 = 87,81 \text{ mm}$$

Empirická střední kilometrová chyba:

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{1}{2n} \left[\frac{dd}{s} \right]} = \pm 3,16 \text{ mm}$$

Empirická střední kilometrová chyba aritmetického průměru:

$$m_{0x} = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\frac{dd}{s} \right]} = \pm 2,23 \text{ mm}$$

Empirická střední kilometrová chyba vyrovnaného výškového rozdílu mezi koncovými body pořadu:

$$m_{\Delta h} = m_{0x} \cdot \sqrt{s} = 2,23 \cdot \sqrt{3,59} = \pm 4,23 \text{ mm}$$

Výsledný zápis vyrovnané hodnoty:

$$\Delta h \pm m_{\Delta h} \Rightarrow 44,9885 \text{ m} \pm 4,23 \text{ mm}$$

n	l'(m)	l''(m)	s (km)	x(m)	p	d (mm)	dd (mm)	d+1 (mm)	(d+1) ² (mm)	pdd (mm)	dd/s (mm)
1	-43,50500	43,50140	2,301	43,50320	0,44	3,6	12,96	4,6	21,16	5,70	5,63
2	-0,99075	0,99295	0,204	0,99185	4,90	-2,2	4,84	-1,2	1,44	23,72	23,73
3	-0,50200	0,49650	1,085	0,49925	0,92	5,5	30,25	6,5	42,25	27,83	27,88
Σ	-44,99775	44,99085	3,590	44,99430		6,9	48,05		64,85	57,25	57,24

Tab. 8.: měřické dvojice – 3. měření

Následné výpočty:

$$\Delta h = \left[\frac{l' + l''}{2} \right] = 44,9943 \text{ m}$$

$$[d] = [l'] + [l''] = 6,9 \text{ mm}$$

$$[dd] = [(d + 1)^2] - 2[d] - n = 64,85 - 13,8 - 3 = 48,05 \text{ mm}$$

Empirická střední kilometrová chyba:

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{1}{2n} \left[\frac{dd}{s} \right]} = \pm 3,09 \text{ mm}$$

Empirická střední kilometrová chyba aritmetického průměru:

$$m_{0x} = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{n} \left[\frac{dd}{s} \right]} = \pm 2,18 \text{ mm}$$

Empirická střední kilometrová chyba vyrovnaného výškového rozdílu mezi koncovými body pořadu:

$$m_{\Delta h} = m_{0x} \cdot \sqrt{s} = 2,18 \cdot \sqrt{3,59} = \pm 4,13 \text{ mm}$$

Výsledný zápis vyrovnané hodnoty:

$$\Delta h \pm m_{\Delta h} \Rightarrow 44,9943 \text{ m} \pm 4,13 \text{ mm}$$

5. NAMĚŘENÉ VÝSLEDKY NA LINIOVÉ POZOROVACÍ STANICI

Naměřené hodnoty se přepsaly z polních zápisníků do PC. V programu Excel se vytvořily tabulky s vhodnými vzorci pro automatizaci a usnadnění výpočtu. Po provedení všech výpočtů se tabulky zkopírovaly do programu Word. Všechny vypočítané a v tabulkách uvedené výšky jsou v systému Bpv. Hodnoty uvedené v tabulce jsou aritmetickým průměrem výšek určených z měření „tam“ a „zpět“. Jsou zde uvedeny rozdíly mezi druhým a prvním měřením a současně i mezi třetím a prvním měřením. Poklesy jsou označeny znaménkem „-“ a vzestupy bodů jsou bez znaménka. Z hodnot vyplývá, že posuny bodů jsou minimální a většinou se pohybují v milimetrech.

Ladislav Lučan: Zaměření skutečného stavu liniové stavby

Číslo bodu	1. měření [m]	2. měření [m]	3. měření [m]	Porovnání měření 2 – 1 svislý posun bodu [m]	Porovnání měření 3 – 1 svislý posun bodu [m]
N 1	269,6535	269,6614	269,6548	0,0079	0,0013
2	270,4089	270,4183	270,4101	0,0094	0,0012
3	270,7861	270,7933	270,7872	0,0072	0,0011
N 4	272,8336	272,8399	272,8347	0,0063	0,0011
N 5	277,6473	277,6520	277,6484	0,0047	0,0011
N 6	278,6521	278,6826	278,6839	0,0305	0,0318
N 7	279,0730	279,0782	279,0742	0,0052	0,0012
N 8	279,4259	279,4309	279,4270	0,0050	0,0011
9	281,2069	281,2112	281,2081	0,0043	0,0012
N 10	280,1156	280,1207	280,1180	0,0051	0,0024
N 11	281,4291	281,4322	281,4315	0,0031	0,0024
N 12	281,5615	281,5649	281,5632	0,0034	0,0017
13	281,9318	281,9359	281,9335	0,0041	0,0017
N 14	281,6903	281,6932	281,6920	0,0029	0,0017
15	281,8580	281,8613	281,8597	0,0033	0,0017
N16	286,8995	286,9015	286,9012	0,0020	0,0017
17	295,5858	295,4489	295,5873	-0,1369	0,0015
18	296,6989	296,7004	296,7003	0,0015	0,0014
19	301,8411	301,8473	301,8426	0,0062	0,0015
20	302,2281	302,2286	302,2296	0,0005	0,0015

Tab. 9.: - Posuny bodů (1. část)

Ladislav Lučan: Zaměření skutečného stavu liniové stavby

N 21	304,5787	304,5799	304,5802	0,0012	0,0015
N 22	308,7139	308,7157	308,7155	0,0018	0,0016
23	312,8726	312,8741	312,8742	0,0015	0,0016
N 24	314,4171	314,4177	314,4187	0,0006	0,0016
N 25	315,0748	315,0762	315,0764	0,0014	0,0016
26	316,1183	316,1177	316,1181	-0,0006	-0,0002
27	317,1769	317,1781	317,1768	0,0012	-0,0001
N 28	320,3250	320,3256	320,3249	0,0006	-0,0001
N 29	322,8651	322,8657	322,8650	0,0006	-0,0001
N 30	322,9883	322,9890	322,9882	0,0007	-0,0001
N 31	323,7148	323,7150	323,7147	0,0002	-0,0001
N 32	321,7973	321,7961	321,7972	-0,0012	-0,0001
N 33	320,2025	320,2023	320,2024	-0,0002	-0,0001
N 34	316,9594	316,9612	316,9592	0,0018	-0,0002
35	316,5085	316,5082	316,5083	-0,0003	-0,0002

Tab. 9.: - Posuny bodů (2. část)

6. ZÁVĚR

Podstatou této bakalářské práce byla kontrola již stávající liniové pozorovací stanice, její případné doplnění novými body a následné změření daných bodů v zadaných intervalech. Měřilo se metodou přesné geometrické nivelace ze středu dle podmínek nivelační sítě IV. řádu. Schématické znázornění trasy a daných zaměřovaných bodů je uvedeno na začátku práce (viz. Obr. 1).

Výsledkem tohoto měření jsou pak hodnoty svislého posunu bodů (viz. Tab. 9). Jejich výpočtu však ještě předcházela kontrolní výpočet. Ten byl proveden pomocí metody vyrovnání souboru měřických dvojic nestejně přesnosti. Touto kontrolou bylo zjištěno, že mezní odchylky se nám podařilo dodržet. Větší odchylky v této kontrole se dají vysvětlit nízkým počtem kontrolních bodů, které bylo možno do pořadu zapojit.

7. SEZNAM LITERATURY

- [1] Schenk, J. : Měření pohybů a deformací v poklesové kotlině, Vysoká škola báňská v Ostravě, Ostrava 2006

- [2] Blažek, R., Skořepa, Z. : Geodézie 3 – výškopis, ČVUT Praha, Praha 2009

- [3] Kovanič, L., Matouš, J., Mučka, A. : Důlní měřictví, SNTL, Praha 1990

- [4] Tyrner, M., Štěpánková, H. : Vyrovnávací počet, Vysoká škola báňská v Ostravě, Ostrava 1993

- [5] Vyhláška č. 31/1995 Sb. Provedení zákona o zeměměřictví

8. SEZNAM TABULEK

Tab. 1 : – Parametry přístroje Koni 007

Tab. 2.: - Mezní odchylky mezi daným a nově naměřeným převýšením oddílu [5]

Tab. 3.: - Mezní odchylky mezi nivelovaným převýšením „tam“ a „zpět“ pro oddíl [5]

Tab. 4.: - Mezní odchylky mezi daným a nově naměřeným převýšením pro úsek [5]

Tab. 5.: - Mezní odchylky mezi nivelovaným převýšením „tam“ a „zpět“ pro úsek [5]

Tab. 6.: - Měřické dvojice – 1. měření

Tab. 7.: - Měřické dvojice – 2. měření

Tab. 8.: - Měřické dvojice – 3. měření

Tab. 9.: - Posuny bodů

9. SEZNAM OBRÁZKŮ

obr. 1.: - Přibližná poloha bodů pozorovací stanice

obr. 2.: - Princip určení výškového rozdílu [3]

obr. 3.: - Nivelační lať

obr. 4.: - Laťová podložka (žabka)

obr. 5.: - Speciální podložka

obr. 6.: - Stabilizace bodu

obr. 7.: - Schéma kompenzátoru Koni OO7 [2]

obr. 8.: - Koni 007

obr. 9.: - Osy nivelačního přístroje [3]

obr. 10.: - Zakřivení horizontu [2]

obr. 11.: - Ukázka příčného profilu

10. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Schématické znázornění liniové pozorovací stanice

Příloha č. 2: Nivelační zápisníky z prvního měření

Příloha č. 3: Nivelační zápisníky ze druhého měření

Příloha č. 4: Nivelační zápisníky ze třetího měření

Příloha č. 5: Nivelační zápisníky z kontrolního ověření výchozího bodu

Příloha č. 6: Místopisy známých nivelačních bodů

Příloha č. 7: Fotografie zaměřovaných bodů (viz. přiložené CD)

Příloha č. 8: Příčné profily